



Title	ビル空調システムの運転データを利用した異常検知診断手法に関する研究
Author(s)	宮坂, 房千加
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44438
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	宮 坂 房 千 加 みや しか ふさちか
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 1 9 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 14 年 4 月 26 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	ビル空調システムの運転データを利用した異常検知診断手法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 薦 田 憲 久 (副査) 教 授 赤 澤 堅 造 教 授 西 尾 章 治 郎 助 教 授 大 川 剛 直

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、筆者が 1993 年から 2001 年までに山武ハネウエル㈱、ならびに山武ビルシステム㈱において行ったビル空調システムの異常検知診断技術に関する研究成果をまとめたものである。

ビル空調システムは異常検知診断の対象として、最も複雑で大規模なものの一つである。1970 年に制定された「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」（通称：ビル管理法）によれば、室内環境基準は存在するが、運用、保守面においての理論的な研究はほとんど進んでおらず、空調システムにおける不具合の実態が明らかにされていないのが実情であった。

空調設備に使用する自動制御機器は、過去 10 年間で中央監視装置とローカル制御機器の融和が進み、中央監視装置と遠隔監視センターのネットワーク化によって、計測と制御に関わる運転データの収集蓄積が容易になったが、それらの運転データを有効利用している状況が見られない。

本研究では、完全故障に至らない段階での空調システムの不具合、定期点検ではわからない、あるいは、その合間に起こる種々の不明確な状況について異常検知診断を行うための実際的なシステムを開発する方法を提案した。

本論文は 5 章に分けて構成した。

第 1 章では、本研究を始めるに至った動機と課題、関連する研究事例の紹介を行い、その中で本研究の目的と位置づけを示した。

第 2 章では、オンラインの異常検知診断システムの実用化を目的としたリアルタイム化の枠組みを提案した。ビルの空調システムの計測と制御について説明し、本研究の基礎技術である確率的定性推論の概要紹介を行い、これらのアルゴリズムを利用した実用的な異常検知診断システムを設計するために、定性値の重複化、過渡状態への対応などの追加アルゴリズムを提案し、オンライン測定値データを前提としてリアルタイムに異常検知診断する実用的手法を提案した。

第 3 章では、リアルタイムな異常検知診断の実証実験を行った。実際に運用されているビルにおいて、空調方式の一形態である可変風量 (VAV : Variable Air Volume) システムを対象として、強制的に異常を発生させ、それらのデータを収集する実験内容を説明し、2 章で説明した異常検知診断の実用化手法に基づき、確率付定性モデル、定性値定義、異常モデルを作り、実験プログラムによる連続的なリアルタイム定性推論を行い、得られた異常検知結果の妥当性を評価した。

第4章は、ルールベースに基づく異常検知の取り組みとして、空調システムの実際の不具合状況を調査・分析し、新築ビルの初期故障期における異常検知に対応可能な方法を提案した。ある大規模ビルにおいて通常の状態のままで長期間に渡って、ほぼすべての空調機系統からデータ収集を行った。この収集データをすべてグラフ化し、複数の専門家が設備、制御内容から運転状態を評価し、基本症状、病状、診断マトリックスとして分類・整理した。これらの知識から、測定値、設定値、コントローラの出力値のハンチング、設定値偏差、飽和、設定値/制御量不良という基本検知ルールを提案した。さらに、計装情報に基づき、測定値名称を明示することによって二次故障から一次故障を探索する手順をフローチャート化した。そして、1日の運転データについて、同じ時間帯に発生した基本検知ルール適用結果の組み合わせ解釈によって病状の多くを説明でき、前もってモデル化しにくい異常の検知に利用できることを検証した。

第5章では、本研究の成果のまとめと今後の課題を述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、複雑なシステムであるにもかかわらず、流量、圧力、弁開度などの計測データが比較的少なく曖昧性の高い空調システムの異常検知診断の実用化手法を提案し、実証実験の結果をまとめたもので、得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 確率的定性推論に基づいたオンライン異常検知診断ソフトウェアを構築するための拡張アルゴリズムを提案し、実験プログラムにより、中央監視装置によるデータ収集に同期したリアルタイムな連続的異常検知診断が可能であることを示している。
- (2) 実際に運用されているビル空調システムを対象として、異常データ取得の故障発生実験を計画・実施し、計測データをもとに作成された確率付定性モデルを用いて異常検知の実証実験を行い、診断結果の精度を定量的に検証することで、提案した診断手法の実用面での有効性を示している。
- (3) ビル竣工直後など十分な計測データが得られていない初期故障期において多く発生する初期調整不良に対処するために、フィールドデータの分析から得られた知識をもとに作成した基本検知ルールとルールベースフローチャートに基づく異常検知手法を提案し、代表日データに対して適用した異常検知実験により、その有効性を示している。

以上のように本論文は、ビル空調システムを対象として、事前に豊富な計測データを入手できる偶発故障期、および不十分な計測データしか得られない初期故障期のそれぞれにおいて、運転データを効果的に利用可能な異常検知手法を提案し、それらを実運用されているシステムに適用することで有効性を確認しており、情報システム工学に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。